

## Dimensionamento de Componentes Utilizados em uma Válvula de Contrapressão

Lucas Gonçalves Pinheiro, Prof. Dr. Afonso Reguly

### INTRODUÇÃO

Válvulas de contrapressão são introduzidas em sistemas pressurizados para não permitir que a pressão exceda determinado valor. Para o funcionamento da válvula, existem dois componentes que devem ser dimensionados: mola e membrana. Estes dimensionamentos são realizados através de levantamentos de dados, relacionando a pressão da tubulação (que estará em contato com a membrana, e tem valor de 10 bar) e a força aplicada na mola através do torque de um parafuso. Como sabemos qual a força aplicada pela pressão na membrana, poderemos igualar à força aplicada pelo torque do parafuso, permitindo que pressões superiores sejam controladas e dispersadas no respiro. Com essas análises, poderemos dimensionar cada um dos componentes.

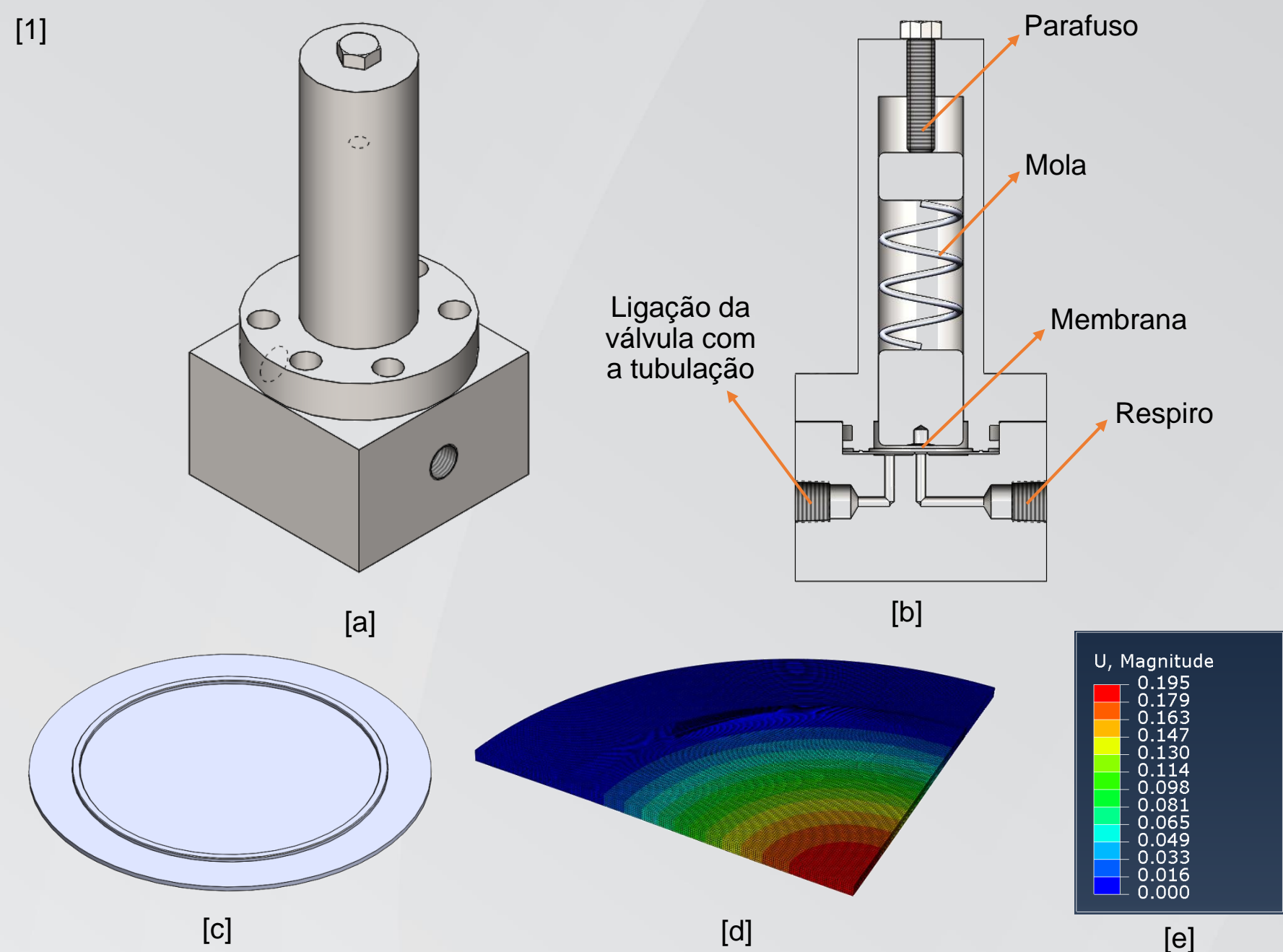


Figura 1: a) válvula de contrapressão em vista isométrica; b) válvula de contrapressão vista através de um corte no plano frontal, com a localização de alguns elementos; c) membrana vista em isométrica; d) campos de deslocamentos na membrana, com aplicação de pressão igual a 10 bar em seu centro geométrico; e) valores de deslocamento da membrana (em mm) para o caso anterior, com espessura de 0,6 mm.

### OBJETIVO

Dimensionamento de dois elementos utilizados em uma válvula de contrapressão (membrana e mola), com uma pressão de trabalho máxima de 10 bar.

### METODOLOGIA

O estudo foi dividido em duas etapas:

1- Análise da membrana através de simulações em software CAE (Engenharia Assistida por Computador): aplicamos uma pressão variável, de 0 a 10 bar, na superfície da membrana (Figura 1-d) com o intuito de analisar seu comportamento ao modificarmos sua espessura, de 0,1 até 1 mm. A definição da espessura mínima para termos um resultado aceitável será indicada pela linearização do gráfico deslocamento máximo x força (Figura 2), em que indicará que a membrana passa a ter um comportamento semelhante a de uma mola com alta rigidez. Vale ressaltar que quanto mais linear for o gráfico, mais preciso será o ajuste da pressão e teremos maior facilidade com os cálculos posteriores, visto que poderemos aproximar a função a uma reta que passa pela origem.

2- Análise da mola por meio de cálculos analíticos e dados retirados do catálogo de mola da empresa Polimold Industrial S.A.: através do torque de um parafuso, podemos aplicar uma força de compressão na mola, igualando à força relacionada a pressão máxima desejada.

$$F = k \times d$$

Assim, permitiremos que apenas pressões superiores à limite movam a membrana, aliviando a pressão. Os valores de constante elástica e compressão da mola foram selecionados através do catálogo, e ajudam a entender com qual facilidade as molas irão comprimir para igualarem a força da pressão na membrana. Buscamos molas que igualem essa força quando estiverem na metade de sua compressão máxima, permitindo assim que tenhamos uma boa margem para seu correto ajuste.

### RESULTADOS

Os resultados do dimensionamento tanto da membrana quanto da mola estão indicados a seguir. Visualizamos (Figura 2) que quanto maior a espessura da membrana, mais linear será o gráfico de deslocamento da membrana x força. No momento em que acontece essa linearização, aproximamos a membrana a uma mola, que tende a ter uma alta rigidez. Portanto, a espessura da membrana, que tem uma linearização razoável, será de 0,6 mm.

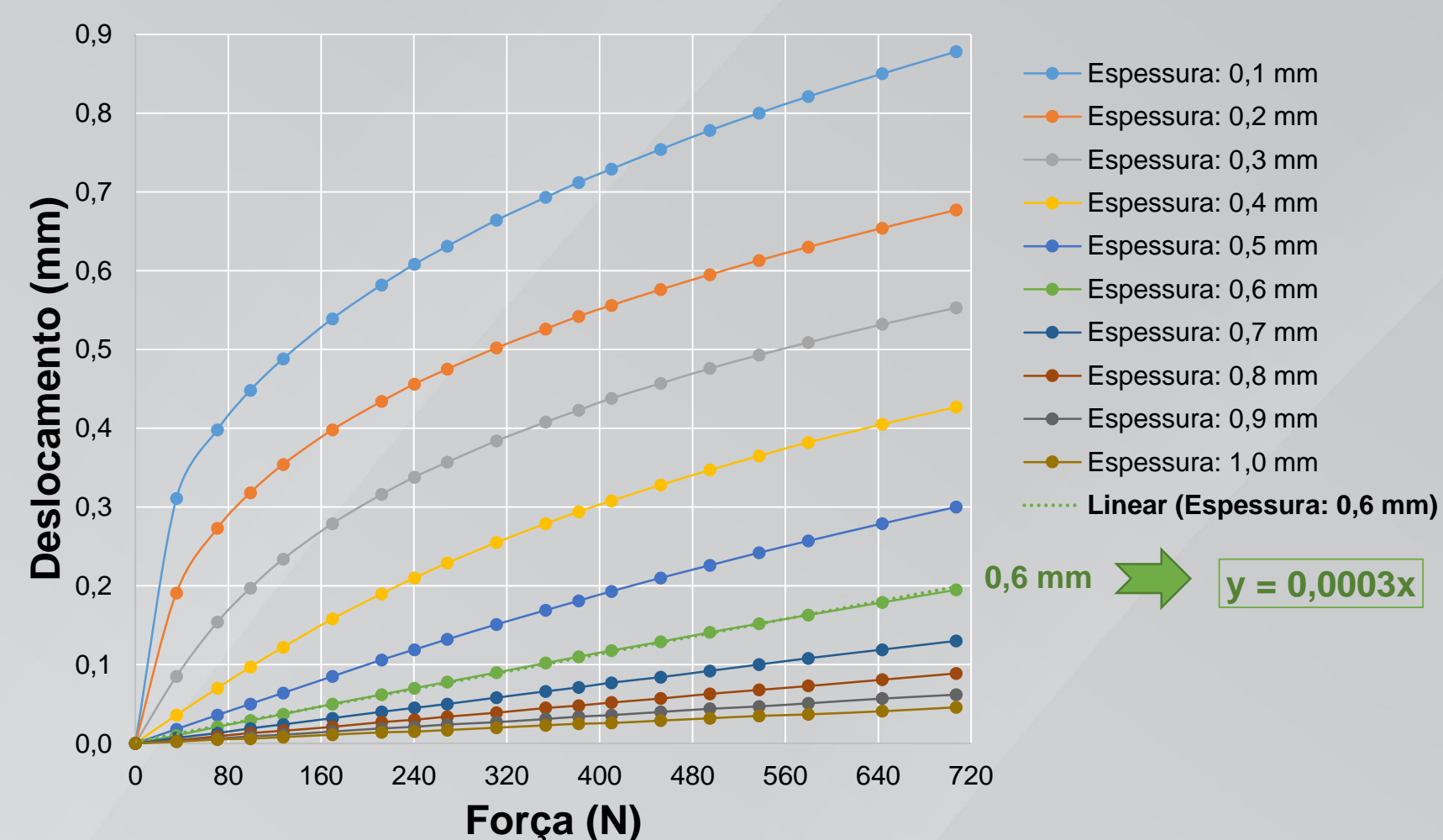


Figura 2: Gráfico do deslocamento máximo da membrana a partir da variação da pressão, indicada através da força.

Abaixo, estão indicados os cálculos da área e da força que será aplicada na membrana pela pressão de 10 bar.

$$A_{membrana} = \pi (r_{membrana})^2 = \pi (15 \text{ mm})^2 \approx 707 \text{ mm}^2$$

$$P = 10 \text{ bar} = 1 \text{ MPa}$$

$$F = P \times A = 1 \text{ MPa} \times 707 \text{ mm}^2 = 707 \text{ N}$$

Na consulta ao catálogo de molas, levantamos dados de 10 molas, com seus valores de constante elástica e compressão. Com isso, plotamos o gráfico de compressão x força, para selecionar a mola ideal para inserir na válvula.

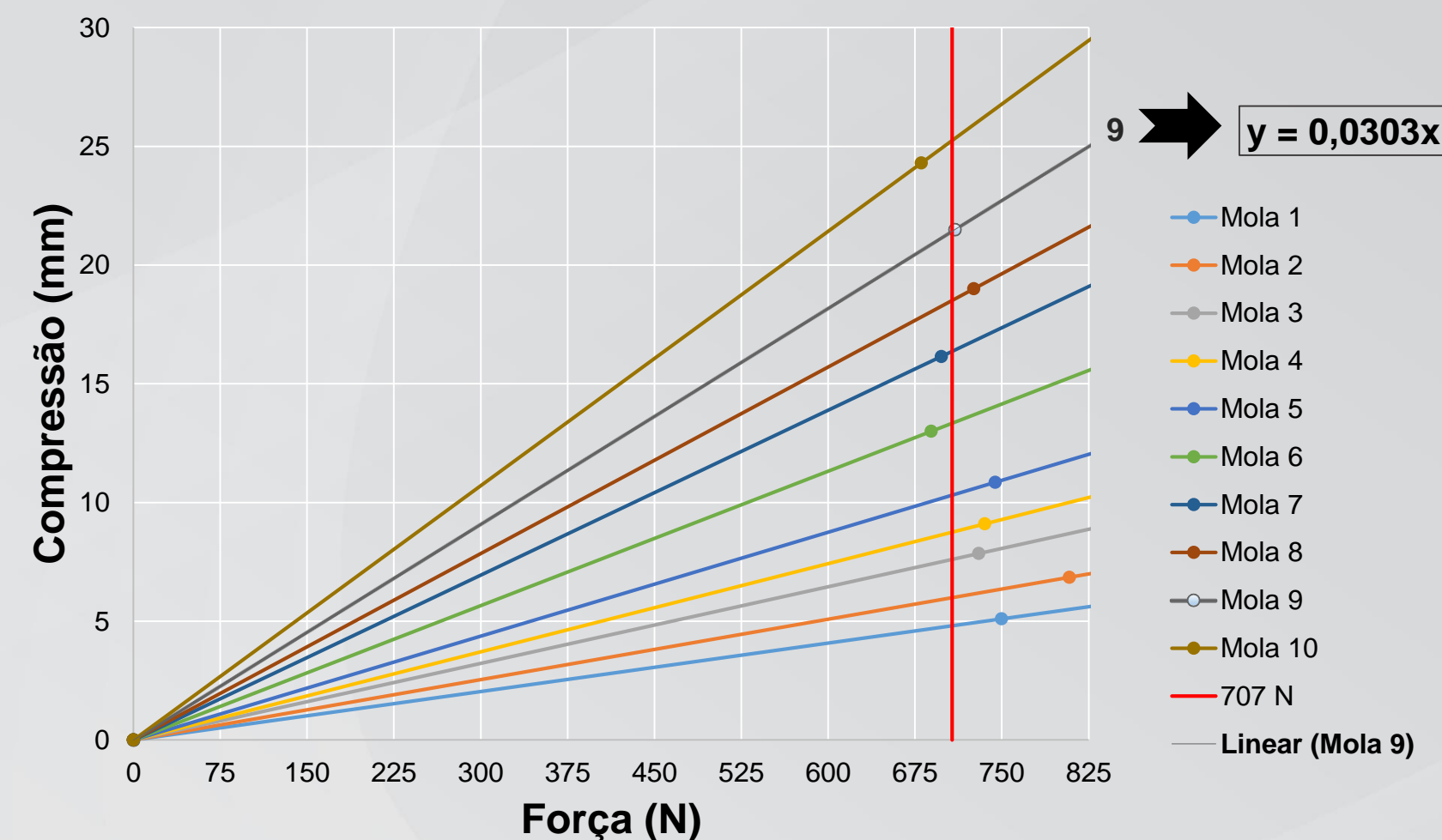


Figura 3: Gráfico da compressão da mola a partir da variação de pressão, indicada através da força.

Comprimento Inicial da Mola (mm)	102
Constante Elástica k (N/mm)	33
Inverso da Constante Elástica k (mm/N)	0,0303
Compressão Máxima (mm)	43
Metade da Compressão Máxima (mm)	21,5

Tabela 1: Dados da mola escolhida (mola 9).

F = k x d = 33 x d	
d [mm]	F [N]
0	0
21,5	709,5
43	1419

Tabela 2: Equação da mola 9 com valores de teste.

A partir desses dados, podemos perceber que a mola 9 irá aplicar aproximadamente a força requerida de 707 N quando estiver com a metade da sua compressão máxima.

### CONCLUSÃO

Os dimensionamentos tanto da mola quanto da membrana foram definidos. A membrana terá espessura de 0,6 mm e seu material será o aço inoxidável AISI 304. Já a mola terá uma constante elástica de 33 N/mm, com a metade da compressão máxima de 21,5 mm, que será aproximadamente a compressão que irá realizar a força oposta à pressão de trabalho de 10 bar.